***Семёнов Евгений Васильевич***
*доктор филисофских наук, профессор,*
*академик НАН Украины,*
*директор РИЭПП.*
*Тел. (495) 916-28-84*
*info@riep.ru*

***Чечёнкина Татьяна Валерьевна***
*старший научный сотрудник*
*сектора программного обеспечения*
*мониторинга РИЭПП.*
*Тел. (495) 917-00-15*
*info@riep.ru*

# СТРАНЫ БРИК В ГЛОБАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НАУЧНЫХ КАДРОВ

С начала 1990-х годов Россия переживает массовый отток интеллектуальных ресурсов из страны. «Утечка умов» стала предметом многих исследований. В середине – второй половине 1990-х годов наиболее крупное исследование, поддержанное грантами РГНФ, провели И. Г. Ушкалов и И. А. Малаха [1]. В последние годы наиболее масштабное исследование по проблеме утечки умов и взаимодействия с диаспорой осуществлено Российским научно-исследовательским институтом экономики, политики и права в научно-технической сфере (РИЭПП), многие годы занимающимся данной темой. Исследование выполнено в 2008–2009 годах в рамках госконтракта с Роснаукой. Научное руководство проектом осуществляли С. В. Егерев (2008 г.) и Н. Н. Семенова (2009 г.). Результаты исследований, включая созданную по проекту базу данных, отражены в обширных отчетах, представленных в Министерство образования и науки и в Федеральное агентство по науке и инновациям. Авторы статьи во многом опираются на результаты данного исследования РИЭПП, хотя их принципиальная позиция по вопросам интеллектуальной миграции и взаимодействия с российской научной диаспорой отражена в ряде публикаций вне связи с этим проектом [2]. Разумеется, авторы учитывают также результаты многочисленных исследований различных аспектов интеллектуальной миграции, освещаемых в большом числе публикаций [3].

## 1.

Привычный способ представления интеллектуальной миграции как «утечки умов» сложился более полувека назад совершенно в другой исторической обстановке – после Второй мировой войны, когда утечка умов понималась как разовый (конечный) исход научных кадров из разрушенной войной Европы в благополучную Америку.

В современном мире, в условиях глобализации, когда уже сложился мировой рынок труда, в том числе и в сфере ИиР, ясно, что «утечка умов» – неадекватное сути процесса интеллектуальной миграции понятие. Адекватным современному состоянию мира является, на наш взгляд, понятие **глобальной циркуляции научных кадров**. При этом для каких-то стран на каком-то этапе развития включенность в этот про-

цесс циркуляции человеческого капитала науки реально имеет однобокий характер и оборачивается почти исключительно утечкой умов. Так, или почти так, обстоят дела в современной России. То же характерно и для многих других стран, в т. ч. некоторых бывших республик Советского Союза, где есть чему «утекать».

Для России важно правильно идентифицировать происходящее. Если понимать процесс интеллектуальной миграции по старинке, т. е. просто как утечку умов, то это сугубо негативное явление, которому нужно противодействовать и нужно возвращать умы (либеральная версия) или клеймить их позором как изменников в целях воспитания молодежи (консервативно-патриотическая версия). Если же понимать процесс интеллектуальной миграции как болезненный для России, но естественный для рынка труда в условиях глобализации процесс циркуляции человеческих ресурсов, то нужно иначе формулировать и задачи страны. Тогда нужно менять сам способ включенности страны в данный процесс, в том числе налаживать приток необходимых для собственной экономики и инновационной системы научных кадров (не обязательно отечественного производства), нужно взаимодействовать с диаспорой, в том числе привлекать и возвращать ее представителей. Но невозможно отменить современный глобальный рынок труда и всеобщий характер науки, которая и по природе своей не является национальной, и уж тем более в современных условиях не развивается в национальных рамках.

К этому пониманию постепенно приходят во многих странах, затронутых интеллектуальной миграцией. Так, правительство Индии, как и правительства других стран, первоначально стремилось противодействовать отъезду из страны специалистов и возвращать в страну ранее уехавших. Уже в 1958 г. в Индии начала действовать государственная программа по возвращению индийских ученых из-за рубежа. В 1970-х годах правительство вводило ограничения на выезд из страны медицинских работников. Но начиная с 1990-х годов правительство Раджива Ганди стало говорить о диаспоре не как об утечке умов, а как о «мозговом банке», не как о потере, а как о ресурсе для развития страны. Политика руководства Китая также эволюционировала в последние два десятилетия от идеи возвращения к идее сотрудничества. С конца 1980-х годов диаспора стала рассматриваться в Китае как «накопление интеллектуального потенциала за рубежом». С 1994 г. принята концепция «временного возвращения». В 2001 г. официальный лозунг «Возвращайтесь и служите Родине!» заменен лозунгом «Служите Родине!». В России подобное изменение политики государства происходит с некоторым запозданием – только в самое последнее время.

«Служение Родине» для работающих за границей не всегда простое дело. Так, например, в 2008 г. американский физик китайского происхождения, президент высокотехнологичной компании, имеющей головной офис в США и филиал в Китае, был арестован ФБР по обвинению в передаче китайским коллегам технологий сжижения водорода. Эти технологии были использованы одним из оборонных институтов при разработке пусковых установок для космических аппаратов [4].

Разумеется, тот ущербный способ включенности России в процесс интеллектуальной миграции, который сложился в последние два десятилетия и состоит в одностороннем потоке выезжающих из страны, не может быть признан нормальным. Мало того, что российская фундаментальная наука, оторванная от инновационной сферы, обогревает атмосферу, российская наука и система образования служат еще и каналом интеллектуального обескровливания страны. Но чтобы изменить способ включенности России в процесс глобальной циркуляции человеческих ресурсов в сфере науки, необходимо привести национальную науку в такое состояние, когда она будет в глазах ученых конкурентоспособной в глобальном мире.

С начала 1990-х годов миллион раз были произнесены слова о том, что ученые перестанут уезжать и начнут возвращаться, когда в стране для них будут созданы «достойные условия». Не будем апеллировать к словам «уезжать» и «возвращаться». (Должны и уезжать, и возвращаться, и снова уезжать, а кроме того, должны приезжать и уезжать и нероссийские ученые.) Обратимся к «достойным условиям». За два десятилетия их можно было бы и расшифровать.

На наш взгляд, есть, как минимум, четыре группы условий, при которых российская наука может оказаться нормальным образом включенной в естественный для глобального мира процесс циркуляции научных кадров. Во-первых, условия **материальные** – прежде всего оплата труда и жилищные условия. Во-вторых, **профессиональные** условия – участие в научных исследованиях на мировом уровне, научное оборудование, на котором можно получать современные результаты. В-третьих, условия **социальные**, включающие прежде всего сам научный социум, но также и более широкий социальный контекст. В-четвертых, условия, которые можно назвать **ценностными**, т. е. конечные основания деятельности, связанные со смыслом и перспективой. Здесь учитывается не только социальный, но именно исторический контекст, не просто социальный статус науки, но ее исторический статус, роль и место. Люди ведь не только «живут в обществе», но еще и творят в истории.

Все это, а не только «зарплата и жилье», важно для определения характера взаимодействия российской науки с российской научной диаспорой, а также с мировым научным сообществом. Важно это и для решения проблемы притока одаренной молодежи в науку. И проблемы научной диаспоры, и проблемы молодежи, и многие другие проблемы коренятся внутри российской науки и российского общества. Без кардинальных изменений здесь их решение невозможно.

## 2.

По некоторым экспертным оценкам, начиная с 1992 г. из-за миграции высококвалифицированных кадров каждые 5–7 лет Россия лишалась в среднем одного годового бюджета только за счет прямых потерь (миграция специалистов за границу или перемещение из российских

предприятий в фирмы с участием иностранного капитала). Если же подсчитать упущенную выгоду от нереализованных идей и оценить потери от разрушения научных школ, то эта цифра возрастет не менее чем на порядок [5]. Потери России от различных форм эмиграции ученых, по оценкам Комиссии по образованию Совета Европы, составляют $50–60 млрд в год, а по более скромным расчетам, с отъездом одного ученого Россия в среднем теряет $300 тыс. [6]. При этом интеллектуальные потери общества нельзя оценить сухим языком цифр: в результате отъезда интеллигенции падает уровень культуры во всем обществе.

Оговоримся сразу, что полных и достоверных статистических данных о выезде российских ученых за рубеж, а также об экономических потерях страны от этого процесса не существует. Экспертные оценки, которые проводятся науковедами, разнятся на порядок и более.

В Альманахе РИЭПП «Наука. Инновации. Образование» [7] описаны известные подходы к количественной оценке научной миграции. Так, исследователи рассмотрели статистику паспортно-визового управления МВД и выяснили, что за 10 лет – с 1992 по 2001 г. – на постоянное место жительства в другие страны выехало 45,5 тыс. человек, представляющих сферу науки и образования. Поскольку статистика по данному сектору экономики учитывает и школы, и детские сады, в это число попал не только персонал НИИ и вузов, но и, к примеру, воспитатели детских садов.

Центр исследований статистики науки предложил свою методику мониторинга – по отрасли «Наука и научное обслуживание», которая учитывает, помимо собственно исследователей, работников бухгалтерии и другой обслуживающий персонал, но не учитывают преподавателей вузов, а также тех, кто уезжал из страны на временную работу. За те же 10 лет таких оказалось 16,3 тыс. человек [7].

Альтернативные методы оценки – по данным Интернет-активности ученых, по данным динамики выдачи рабочих виз США, по прямому подсчету публикаций в реферируемых журналах – свидетельствуют о том, что численность активной российской научной диаспоры за рубежом к середине 2000-х годов достигла 30 тыс. человек [8].

Очевидно, что в масштабе российской науки потери велики, учитывая, что уезжали активные, востребованные мировой наукой, конкурентоспособные специалисты.

Массовые отъезды ученых из России начались с открытием «железного занавеса», и волна эта продолжалась до середины 90-х годов, после чего пошла на убыль. Резкий всплеск 1999 г. был реакцией на дефолт августа 1998 г. После чего, как показывают опросы российских ученых, интерес к выезду за рубеж на ПМЖ стал постепенно затухать. Кто хотел покинуть страну – уже уехал. Большинство остальных предпочитают временную работу по контракту – широко распространенную в глобальном научном мире модель.

Небольшие флуктуации возникают в результате изменения иммиграционной политики в «принимающих странах». Так, например, после

событий 11 сентября Соединенные Штаты сократили число виз, в том числе для студентов и исследователей, но впоследствии были вынуждены снять ограничения в результате давления со стороны своих университетов.

Основными центрами притяжения для уехавших из страны россиян стали США, Германия, Израиль, Франция. Безоговорочным лидером являются США: приблизительно каждый четвертый из уезжающих на ПМЖ, первоначально направлялся именно в эту страну.

В 2007 г. в университетах США проводили исследования и преподавали около 2 тыс. наших соотечественников [9]. В течение 10 лет это число сокращалось в среднем на 2 %, и теперь этот отряд специалистов российского происхождения занимает 12-ое место по численности среди других научных диаспор. В 2008 г. степень PhD была присвоена 170 россиянам (11-ое место). А численность российских студентов в США близка к 5-ти тысячам (24-ое место по данному показателю, 0,7 % от числа всех иностранных студентов в США) [10].

По данным опросов, в 1990-е годы причины отъезда в порядке убывания значимости можно было описать следующим образом:

- низкий уровень обеспеченности научным оборудованием и материалами;
- недооценка науки обществом, низкий престиж;
- беспокойство о завтрашнем дне детей;
- низкий уровень управления в системе науки;
- низкий уровень благосостояния ученого;
- политическая нестабильность;
- низкий уровень удовлетворения социально-бытовых потребностей.

В 2009 году РИЭПП провел аналогичный опрос среди 350 представителей научной диаспоры. Основные причины выезда этих ученых за рубеж демонстрируют некоторые сдвиги в системе приоритетов:

- низкий престиж науки в России;
- политическая система;
- социальная незащищенность;
- желание дать детям хорошее образование;
- особые семейные обстоятельства;
- уровень оплаты труда.

Говорить о возвращении в Россию на ПМЖ достаточно бессмысленно. Даже если человек вернулся, получил лабораторию и работает здесь несколько лет, это не означает, что по завершении проекта или по приглашению зарубежных коллег он вновь не поменяет место жительства. Такова реальность нашего времени.

Если брать срез на сегодняшний день, то общение с коллегами-исследователями показывает, что счет вернувшимся пока идет на десятки. Конечно, надо учитывать, что в поле нашего внимания попадают, опять же, наиболее известные и активные исследователи, которые заявляют о себе: участвуют в государственных конкурсах, выступают на конференциях.

По итогам опроса РИЭПП, 90 % уехавших ученых готовы участвовать в краткосрочных (до 4 лет) проектах в России, с ограниченным временем пребывания на территории страны (не более 2-х месяцев).

Важными факторами для принятия такого решения являются:

– прозрачность системы управления (как на уровне государства, так и в пределах принимающей организации);
– достойная оплата труда (понятие «достойная» не обязательно означает западный уровень) и обеспечение жильем;
– современное оборудование и доступность научной инфраструктуры;
– демократизация общественной жизни.

## 3.

Большую ценность для России представляет опыт других стран, в том числе стран БРИК, в области сотрудничества с национальной научной диаспорой и опыт регулирования процессов интеллектуальной миграции.

Россия остается самой богатой из стран БРИК по уровню ВВП на душу населения (рис. 1).

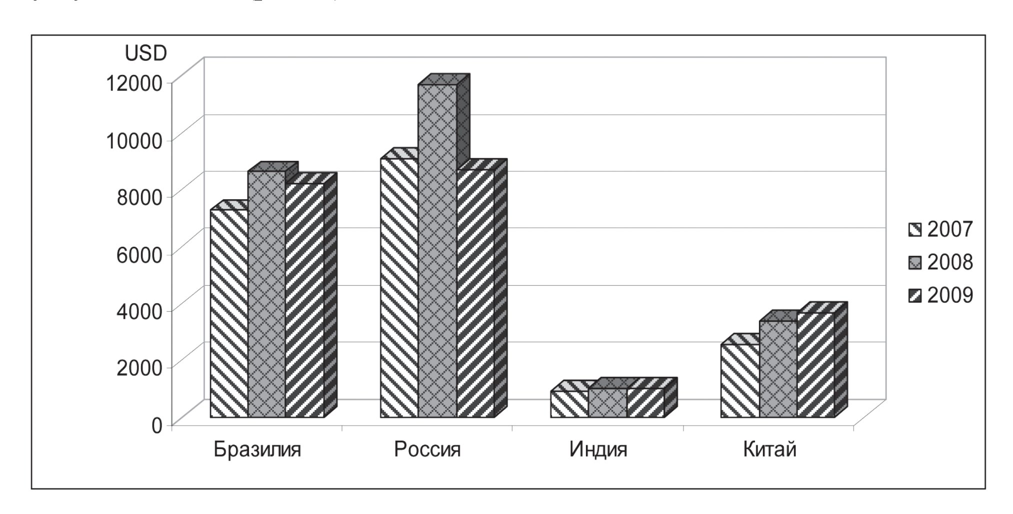



**Рис. 1. Объем ВВП на душу населения в странах БРИК в 2007–2009 гг., долл. США**

*Источник:* данные Международного Валютного Фонда [11]

Но по многим другим показателям, в том числе и по патентованию научно-технических достижений, картина не такая благоприятная для России, но, напротив, весьма благоприятная для Китая (рис. 2).

Китай преодолевает отставание от более развитых стран наиболее высокими темпами. В январе 2006 г. на встрече с учеными в рамках обсуждения плана научно-технологического развития страны на 2006–2020 гг. Председатель КНР Ху Цзиньтао сформулировал цель: построе-

ние государства, ориентированного на инновации. Были определены сроки и индикаторы достижения поставленной цели. К 2020 г. Китай должен повысить долю расходов на науку в ВВП до 2,5 %, довести долю вклада технологического развития в ВВП до 60 %, снизить зависимость от иностранных технологий до 30 % [13].

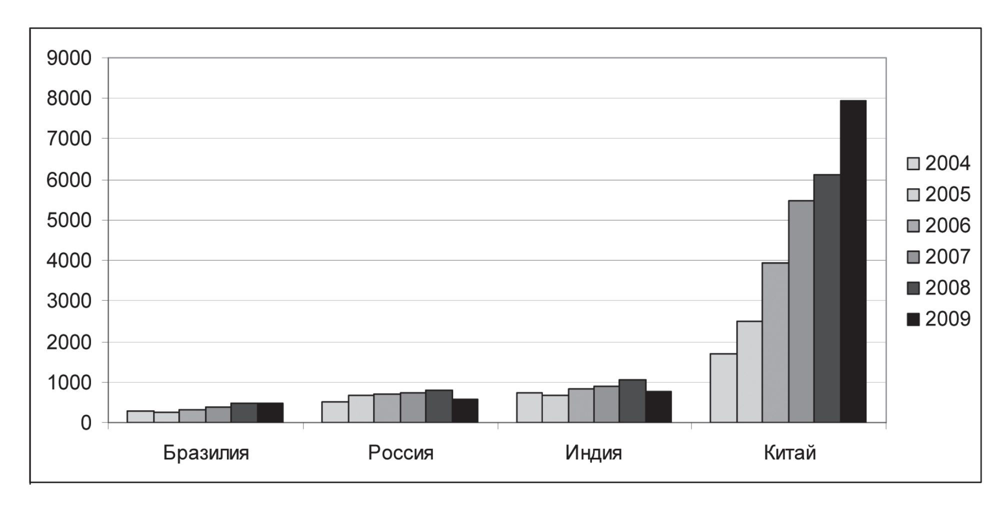



**Рис. 2. Динамика поданных странами БРИК международных патентных заявок (PCT) в 2004–2009 гг.**

*Источник:* данные Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности [12]

К приоритетным направлениям отнесены информационные технологии, исследование космоса, био- и нанотехнологии, фармацевтика, ядерная и водородная энергетика. Быстрый прогресс КНР в этих областях заметен.

В соответствии с данными ежегодного доклада экспертов Всемирного экономического форума, по индексу «сетевой готовности» (Networked Readiness Index), рассчитываемого на основе 68 индикаторов развития информационных и коммуникационных технологий, за 8 лет Китай поднялся с 64 места из 75 на 37 из 133 обследованных стран ([14], с. 19). Другие страны БРИК в 2009 г. занимали более низкие позиции: Индия пребывала на 43 строчке рейтинга, Бразилия – на 63-ей, Россия – на 80-ой ([14], с. 12–13).

В освоении космоса в Китае приоритет отдается лунной программе: в 2007 г. был запущен зонд для исследования Луны, к настоящему времени составлена 3-мерная карта поверхности, в 2012–2013 гг. планируется высадка «лунохода», а в 20-е гг. – миссия тайконавтов на Луну.

Исследования белка, нанотехнологии, проблемы квантовой физики, а также генетики и репродукции представляют собой четыре научных мегапроекта, реализации которых уделяется первоочередное внимание.

Усилия КНР по развитию национальной науки и технологий можно оценить по данным патентной статистики. Как видно из отчета Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности, Китай выделяет-

ся на фоне относительно низких показателей остальных стран БРИК. В 2009 г. каждая 20-я заявка в мире, поданная по процедуре PCT, позволяющей испрашивать патентную охрану на изобретения одновременно в нескольких странах, была представлена резидентами этой страны (табл. 1). В 2004 г. на долю КНР приходилось менее 1,5 % всех заявок, однако в течение последующих пяти лет этот показатель ежегодно увеличивался в среднем на 30 %.

**Таблица 1. Количество международных патентных заявок, поданных странами БРИК в соответствии с Договором о патентной кооперации в 2004–2009 гг.**

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Бразилия | 278 | 270 | 334 | 397 | 472 | 480 |
| Россия | 519 | 660 | 697 | 735 | 803 | 569 |
| Индия | 724 | 679 | 836 | 901 | 1070 | 761 |
| Китай | 1706 | 2512 | 3937 | 5465 | 6128 | 7946 |
| БРИК | 3227 | 4121 | 5804 | 7498 | 8473 | 9756 |
| Всего | 122610 | 136753 | 149669 | 159950 | 163249 | 155900 |

*Источник:* данные Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности [12]

Начиная с 2000 г. КНР находится на 2-ом месте по числу исследователей после США. Однако вопрос повышения эффективности использования человеческих ресурсов в науке остается в повестке дня. Среди ученых – мало имен мирового уровня. В высокотехнологичных отраслях наблюдается дефицит специалистов в силу недостаточных вложений в систему повышения квалификации, которая приобретает важное значение в мире быстро развивающихся технологий. Как и остальные страны БРИК, Китай испытывает недостаток в специалистах по инновационному менеджменту. Выпускники вузов слабо подготовлены к проведению самостоятельных исследований. Традиционный подход к обучению («преподаватель говорит, студенты – записывают») малоэффективен с точки зрения выработки критического мышления. В связи с этим направление студентов и исследователей для обучения и работы в западные страны является важным фактором повышения качества человеческого капитала.

В отличие от Индии, поставляющей на глобальный рынок в основном дипломированных специалистов, Китай является лидером по числу студентов, обучающихся за рубежом. Основной страной притяжения для китайцев являются США. Далее следуют Япония, Канада, Австралия. Хотя количество выезжающих на учебу быстро растет, число возвратившихся также увеличивается достаточно высокими темпами.

По данным Департамента международного сотрудничества и обмена при Министерстве образования КНР, число китайских студентов, обучавшихся за рубежом в период с 1978 по 2008 гг., составило 1,39 млн человек. Около 390 тысяч из них вернулись в страну после завершения

обучения. В 2008 г. рекордное число – 179,8 тыс. студентов – выбрали обучение за пределами Китая, в том же году в страну вернулись 69,3 тыс. ранее уехавших [15].

В 2008 г. степень PhD в США получили 4526 представителя Китая. Для сравнения скажем, что число индийцев, получивших в этом же году степень PhD в США было почти в 2 раза меньше, представителей Южной Кореи – в 3 раза меньше. Представительство остальных стран, в т. ч. России, среди молодых докторантов иностранного происхождения значительно ниже (табл. 2).

**Таблица 2. Численность исследователей-нерезидентов, получивших степень PhD в США в 2008 г.**

| | Страна происхождения | человек | % |
|---|---|---|---|
| | Китай | 4526 | 29.9 |
| | Индия | 2316 | 15.3 |
| | Южная Корея | 1440 | 9.5 |
| | Тайвань | 642 | 4.2 |
| | Турция | 558 | 3.7 |
| | Канада | 497 | 3.3 |
| | Таиланд | 327 | 2.2 |
| | Япония | 255 | 1.7 |
| | Мексика | 207 | 1.4 |
| | Германия | 194 | 1.3 |
| | Россия | 171 | 1.1 |
| | Италия | 162 | 1.1 |
| | Бразилия | 157 | 1.0 |
| | БРИК | 7170 | 47.4 |
| | Всего (из 158 стран) | 15117 | 100 |

*Источник:* данные Национального Научного Фонда [16]

## 4.

Правительство Китая предпринимает активные меры по трансформированию «утечки мозгов» в «циркуляцию умов». Глобальный подход к решению этой задачи был кратко сформулирован в 1990-е годы: «Zhichi liuxue, guli huiguo, laiqu ziyou». Так называемая концепция «Двенадцати слов» обещала поддержку в обучении за рубежом, поощрение вернувшихся, гарантии свободы перемещений [17].

Этот подход реализуется через специальные институты, национальные программы, прямые директивы, систему информационной работы с диаспорой. Работа с диаспорой на правительственном уровне ведется под руководством Бюро по делам китайцев за рубежом Госсовета КНР. Аналогичные структуры действуют и в других органах государственного управления. В министерстве образования существует Департамент по делам вернувшихся из-за рубежа студентов. Подобные подразделения созданы и в других министерствах [18].

В рамках многочисленных разнообразных программ по работе с высококвалифицированной, в т. ч. научной, диаспорой – огромное число всевозможных мероприятий по возвращению представителей диаспоры и сотрудничеству с ними. С 1986 по 2002 гг. было принято более 180 государственных решений в сфере поддержки международной мобильности научных кадров. Реэмигранты получили возможность работать одновременно в Китае и за рубежом. Были созданы десятки бизнес-инкубаторов для трудоустройства исследователей, возвращающихся на родину, и организованы китайские технопарки в других странах. Для привлечения соотечественников из-за рубежа применяются как налоговые стимулы, так и прямая финансовая поддержка, включая «подъемные» на организацию исследований, обеспечение исследователей жильем и личным транспортом. Политика КНР по привлечению высококвалифицированных специалистов из-за рубежа не ограничивается экономическими мерами. В прессе широко освещаются выступления высокопоставленных партийных и государственных лиц на встречах с учеными, в которых подчеркивалась важная роль научной диаспоры в развитии науки и экономики. Большое внимание уделяется информационной работе с диаспорой. На правительственном, провинциальном и муниципальном уровнях органы управления имеют специализированные веб-порталы [18, 19].

Финансируемые правительством программы включают поддержку краткосрочных визитов, совместных исследовательских проектов в Китае и за рубежом, а также приглашение профессорско-преподавательского состава для работы на кафедрах.

Примером программы краткосрочных визитов является инициатива Бюро по делам китайцев за рубежом под названием «Визит на родину делегации 100 обладателей степени PhD», которая успешно стартовала в 1999 г. с посещения специалистами в области сельского хозяйства сотен провинциальных институтов с курсом лекций и практических рекомендаций. В Китайской академии наук проводятся «Научные Форумы Молодых Ученых» с участием диаспоры. Китайская Научно-Техническая Ассоциация осуществляет программу «Зарубежные таланты на службе Родине». В провинциях проводятся выставки-ярмарки с приглашением представителей диаспоры. Результатом таких мероприятий становится заключение многочисленных контрактов [19].

Финансовая поддержка совместных исследовательских проектов осуществляется за счет средств Национального фонда естественных наук, а запуск новых проектов на территории страны – за счет Фонда возвращения студентов из-за рубежа на конкурентной основе.

Финансирование приглашенных профессоров может осуществляться по различным каналам. Вероятно, самый большой бюджет имеет программа Cheung Kong. Профессор получает 10 тыс. юаней ежегодно, а также может претендовать на ежегодную премию в 1 млн юаней, которую Министерство образования и частный фонд Ли Ка-Шина вручают ежегодно молодым талантливым ученым. Эта программа призвана повысить конкурентоспособность образования и науки и привлечь молодых ученых из-за рубежа.

Другим источником финансирования данного направления является Целевая программа поддержки молодых ученых Национального Научного Фонда, по которой ученым в возрасте до 45 лет ежегодно в течение 4-х лет выплачивается заработная плата от 66 до 96 тыс. долларов США [18].

Кроме того, в 1994 году была запущена действующая и поныне программа «100 талантов», в рамках которой на работу в Академию наук были приглашены китайские ученые-эмигранты для реализации 4-летних проектов. Средства на собственные разработки получали в первую очередь исследователи, доказавшие свою научную состоятельность за рубежом. Возвращающиеся ученые получали зарплаты, в 2–10 раз превышающие зарплаты местные, что создавало стимул для молодых исследователей выезжать на временную работу за рубеж. К тому же приезжающие ученые получали «подъемные» для решения жилищного вопроса. Помимо финансовой поддержки, они имели превосходные возможности для карьерного роста. Молодые люди в 30-летнем возрасте становились руководителями целых институтов и научных направлений. Возрастной ценз программы «100 талантов» (40–45 лет) стал одним из факторов «омоложения» руководящего состава Китайской академии наук. Средний возраст директоров институтов и их заместителей снизился с 56 до 47 лет [20].

За 15 лет реализации таких программ в Китай вернулись более 4000 постдоков и доцентов. 77,7 % руководителей вузов при Министерстве образования, 84 % академиков Китайской академии наук и 75 % членов Китайской инженерной академии имеют за плечами опыт учебы и работы за рубежом. Исследователи китайской диаспоры за рубежом провели опрос 1200 китайских и индийских реэмигрантов и выяснили, что для 87 % китайских исследователей причиной возвращения на родину была возросшая потребность в их знаниях [21].

В 2009 г. Китай запустил новую схему – «Тысяча талантов», с помощью которой надеется привлечь в страну наиболее выдающихся ученых китайского происхождения. С помощью проекта руководство КНР рассчитывает ликвидировать узкие места в научно-техническом развитии. В рамках программы планируется приезд 2000 профессоров из развитых стран в течение 5–10 лет. Приезжающим предлагается годовая зарплата в размере 1 млн юаней, или 146 тыс. долл., и не менее 10 млн юаней на организацию исследований. Исследователи не китайского происхождения также рассматриваются в качестве кандидатов на должности ведущих исследователей крупных национальных проектов.

Критики полагают, что успех программы зависит от того, будет ли реформирована инфраструктура науки. Китайский исследователь, отработавший 10 лет в Китае, но вернувшийся в США, утверждает, что до сих пор университеты больше внимание уделяли соблюдению формальных критериев соответствия условиям, чем реальной эффективности. С ним согласны другие исследователи, которые полагают, что потенциал доцента может быть выше, чем у профессора, тем более что профессорский уровень в разных университетах и разных странах неодинаков. Они от-

мечают также, что высокие зарплаты не гарантируют, что ученые будут готовы переехать в Китай, где исторически не поощряется критическое мышление и существуют проблемы с честной конкуренцией. Не следует также игнорировать недовольство местных исследователей несправедливым, по их мнению, распределением заработной платы [22].

Ясно видно, что взаимодействие с диаспорой подчинено главной цели – созданию в Китае конкурентоспособного научного сектора. В настоящее время главным препятствием к возвращению ученых являются уже не политические опасения, а недостаточный профессионализм китайских ученых на родине. При этом изменилась психология китайских ученых, диаспору уже не отторгают, с ней охотно взаимодействуют и приветствуют ее возвращение. Сами китайские ученые стремятся получить зарубежные стажировки. Явно заметно стремление во всем переходить на международные стандарты.

Бросается в глаза масштабность государственной поддержки работы с научной диаспорой, гибкость и разнообразие форм такой работы; щедрое государственное финансирование этой работы; разветвленная система правительственных и неправительственных структур, осуществляющих работу с диаспорой; готовность руководства страны, даже ценой создания внутреннего социального напряжения, выделять для нужных специалистов нехарактерные для Китая большие гранты. Очевидны и недостатки, прежде всего слабая координация всей работы и, как следствие, большое дублирование.

## 5.

Частично перечисленные проблемы и решения могут быть отмечены и применительно к другой азиатской стране альянса БРИК – Индии. Не испытывая недостатка в трудовых ресурсах в целом, индийская наука, тем не менее, страдает из-за дефицита менеджеров, а также отсутствия прозрачности и чрезмерной иерархии в управлении. Это отпугивает молодых людей. Не случайно Премьер-министр страны Манмохан Сингх неоднократно подчеркивал, что Индии необходимо возродить научные институты и повысить престижность научно-технических специальностей.

Одним из факторов, стимулирующих международную мобильность индийских исследователей и инженеров, является широкое распространение английского языка. Он считается дополнительным к официальному (а в ряде штатов даже официальным) и изучается на всех ступенях образования. По общему числу «англоговорящих» Индия уступает лишь США и Великобритании.

Именно эти страны, плюс Канада, являются основными принимающими сторонами. С недавнего времени этот список пополнили Австралия, Новая Зеландия, Япония, Германия и другие европейские страны. Так, Германия, обнаружив дефицит компьютерных специалистов, в 2000 г. ввела аналог «Грин карты» для IT специалистов. По оценкам, более 60 % мигрантов, воспользовавшихся этой схемой, были родом из Индии [23].

С ростом численности рабочей силы Индия становится важнейшим мировым поставщиком квалифицированных трудовых ресурсов, а в странах-реципиентах начинают изучать не только связанные с этим возможности, но и угрозы.

Представительство индийцев среди исследователей на Западе весьма велико, и в первую очередь это касается специалистов в области информационно-коммуникационных технологий и медицины. Как и представители китайской диаспоры, они являются проводниками знаний и инвестиций для развития высокотехнологичного бизнеса на родине (впрочем, одновременно являясь и каналами утечки мозгов из Индии).

По инициативе индийской диаспоры в Индии была создана Международная Школа Бизнеса, в которой преподают выходцы из этой страны. Американские венчурные компании, возглавляемые индусами, финансируют индийские компании, производящие современные технологии. С развитием ИКТ в Индии одним из требований венчурных фондов к компаниям стало открытие офиса на территории этой страны.

Как правило, эмигранты из менее развитых стран соглашаются выполнять работу за деньги, которые не прельстили бы местного жителя. В результате мы имеем беспроигрышную ситуацию для трех сторон: работодателя, работника, а также его семьи, поскольку денежные переводы становятся важной строкой в бюджетах домохозяйств в развивающихся странах. В 2007 г. совокупный объем переводов семьям из-за рубежа в Индии составил 27 млрд долларов США [23].

С развитием национальной экономики и ростом среднего класса в развивающихся странах наметилась тенденция обратной миграции. В Индии было создано много IT-компаний, где могли приложить свои знания и опыт реэмигранты. Особенно велика их концентрация в специальных центрах, каким является, к примеру, Бангалор. Статистика по сектору ИКТ такова: численность вернувшихся составила около 35000 компьютерных специалистов, которые стали работать в ИКТ-фирмах Бангалора или создали свою.

Интересные результаты обследования азиатской диаспоры в Кремниевой долине были опубликованы Анной Ли Саксеньян в 2003 г.: 77 % из опрошенных знали как минимум одного человека, который открыл компанию в Индии, вернувшись туда из США; 52 % ежегодно посещают Индию с деловыми целями; 27 % обмениваются бизнес-информацией с соотечественниками в Индии; 23 % инвестировали свои деньги в местный бизнес; 10 % – делали это более одного раза [23].

В течение последнего десятилетия индийское правительство демонстрирует значительный интерес к сотрудничеству с зарубежной диаспорой.

С 2003 года правительство проводит ежегодную конференцию с участием представителей диаспоры, которая призвана служить в качестве платформы для организации взаимодействия между диаспорой, правительством, а также заинтересованными слоями общества, включая бизнесменов, деятелей культуры, благотворительные организации.

В 2004 году была запущена программа Министерства иностранных дел по расширению контактов с диаспорой. Среди прочего, в рамках этой программы проводится конкурс для проживающей за рубежом молодежи «Узнай Индию», а также ежегодные премии для выдающихся деятелей диаспоры.

В 2009 году Правительство также учредило Глобальный консультативный совет при Премьер-министре, состоящий из представляющих диаспору ученых, политиков и бизнесменов.

С 1999 года в Индии приняты «Карты соотечественника, проживающего за рубежом», которые приравнивают представителей диаспоры к местному населению в правах, за исключением избирательного права и права состоять на госслужбе. Эти карты обеспечивают пожизненную визу и не требуют регистрации в органах внутренних дел при пребывании в стране менее 180 дней.

К началу 2009 г. правительство Индии предоставило почти 400 тысяч таких карт, из которых 43 % было выдано проживающим в США, и 13 % – в Великобритании.

Были внесены поправки в инвестиционное законодательство с учетом особенностей финансовых операций диаспоры. В 2007 г. учрежден Центр содействия индийцам за рубежом, стимулирующим инвестиции в производство на родине.

По сравнению с активной политикой правительства Китая по работе с диаспорой, усилия Индии в этом направлении – будь то финансы или идеология – ограничены. Тем не менее, мобильность здесь стала неотъемлемой характеристикой высококвалифицированных кадров. Профессиональная миграция обусловлена в большей степени потребностями рынка информационно-коммуникационных услуг, а не индивидуальными предпочтениями и стимулами.

## 6.

Особое место среди четверки стран БРИК в отношении к проблеме научной миграции занимает Бразилия. Эта страна демонстрирует впечатляющие успехи в развитии сферы науки и научного обслуживания. Начиная с 2003 г. финансирование исследований и разработок выросло в 2 раза и составило 1,43 % от ВВП. 400 млн долл. было направлено на развитие кадрового потенциала науки и технологии. Около половины этой суммы было использовано на развитие центров профессиональной подготовки, другая половина – на мероприятия по популяризации науки в обществе. Создание научных центров и музеев, развитие научной журналистики, проведение национальных недель науки – все это помогает формировать научную культуру, без которой невозможно развитие современного инновационного общества [24].

В 2007 г. в стране началась реализации программы по формированию Центров превосходства, призванных сосредоточить ресурсы на наиболее важных технологических направлениях. Параллельно формировались но-

вые научные институты: Национальный научно-технологический центр биоэтанола, созданный с целью совершенствования технологий производства этанола из целлюлозы; Национальный центр перспективной электроники; Центр исследований Земли при Национальном институте космических исследований для исследований глобального изменения климата; Бразильский институт метрологии и др. Был расширен Национальный институт исследований Амазонки. Помимо создания новых институтов и развития существующих, масштабные усилия были направлены на улучшение инфраструктуры научных исследований, увеличение числа исследователей и обеспечение им необходимых условий для достижения высоких результатов. Частично это выражалось в повышении заработной платы ученых, работающих в университетах и исследовательских центрах. Но в целом, как признают местные эксперты, развитию материально-технической базы уделяется больше внимания, чем поддержке ученых. По мнению одного из руководителей Научного центра Сан-Пауло, необходимо не только строить футбольные поля, но и больше заботиться о своих Пеле. В настоящее время финансирование идет преимущественно на создание новых центров, а не на поддержку «звезд» науки [25].

Сегодня в Бразилии активно работает более 100 тыс. научных работников. Финансирование исследований и разработок в расчете на 1 исследователя здесь значительно выше, чем в России или Китае (рис. 3).

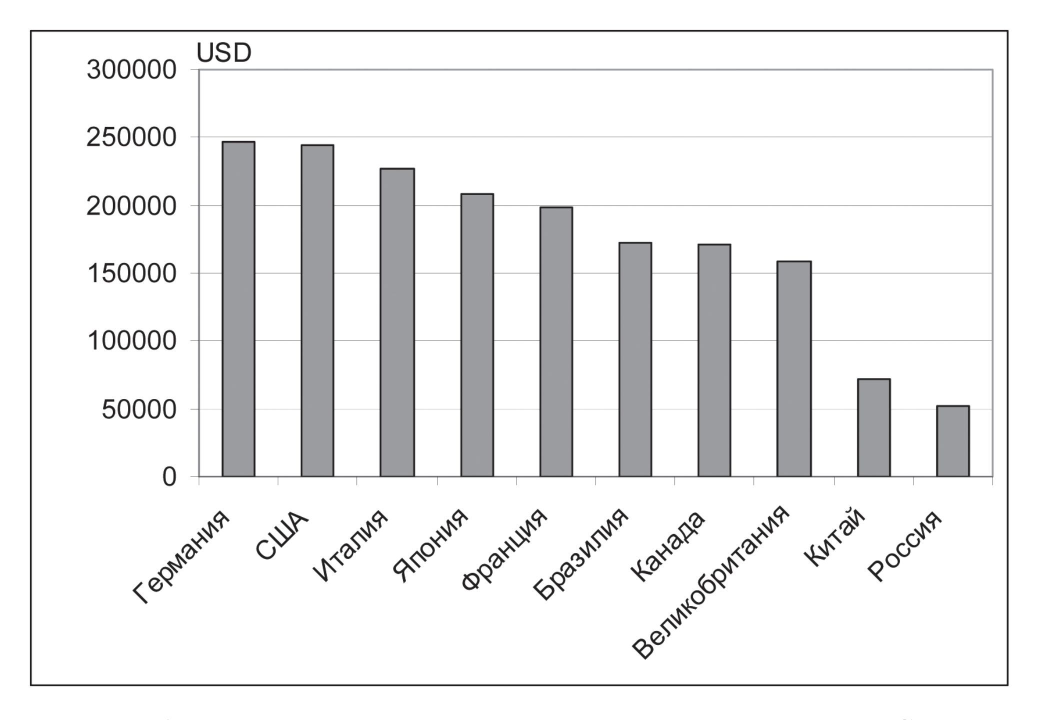



**Рис. 3. Расходы на ИиР в пересчете на душу населения в странах G8, Бразилии и Китае, долл. США (с учетом паритета покупательной способности)**

*Источник:* данные Министерства науки и технологии Бразилии [26]

Рост объемов финансирования научных исследований в последнее десятилетие произошел в значительной степени за счет увеличения государственных расходов. В настоящее время наблюдается рост ИиР и в предпринимательском секторе в связи с открытием в 2007 году крупных месторождений нефти у побережья Сан-Паулу и Рио-де-Жанейро. Президент страны Луис Инасиу Лула да Силва пообещал, что с началом эксплуатации месторождений часть средств, вырученных от продажи нефти, будет использована на поддержку науки.

За последние 8 лет число студентов в Бразилии удвоилось. При этом количество студентов, получающих гранты на обучение за рубежом перестало расти. Число аспирантов, готовящих свои диссертации за рубежом, сократилось на 50 % несмотря на то, что опыт научной работы в других странах приветствуется и выпускники могут легко получить грант на стажировку за границей. Государство направляет своих исследователей в ЦЕРН и лабораторию Ферми для изучения физики элементарных частиц, в крупную чилийскую обсерваторию *Gemini* для проведения астрономических исследований, а также в другие крупные американские и европейские лаборатории.

Местные эксперты полагают, что снижение спроса на обучение за рубежом свидетельствует о зрелости бразильских учебных программ и развитости научной инфраструктуры. Количество студентов и исследователей, не вернувшихся из-за границы очень мало, поскольку бразильцы, как правило, привязаны к своей культуре [27]. Специальные программы по организации сотрудничества с соотечественниками за рубежом на государственном уровне не принимались.

Для России интересным является и опыт другой латиноамериканской страны – Чили. Начиная с 70-х годов страна пережила затяжной экономический кризис, военный переворот, политику шоковой терапии, катастрофическое падение ВВП, инфляцию и рост безработицы. Современная чилийская диаспора начала формироваться в годы правления генерала Пиночета, главным образом, в США. И хотя после восстановления демократии часть научной интеллигенции вернулась в страну, ее зарубежное представительство все еще достаточно велико. Правительство Чили и Национальный институт статистики инициировали проект по созданию регистра соотечественников за рубежом с целью вовлечения их в развитие страны. При поддержке Всемирного банка была сформирована международная сеть из нескольких десятков успешных предпринимателей и высокопоставленных служащих чилийского происхождения, готовых активно участвовать в экономическом развитии страны, – Chile Global.

Особый интерес, на наш взгляд, представляет опыт создания в Чили т. н. Центров превосходства, ориентированных на исследования международного уровня с последующей коммерциализацией результатов. Как и Chile Global, сеть Центров превосходства начинала создаваться при поддержке Всемирного банка. В создании новых структур принимали участие ученые, вернувшиеся в страну за 5–10 лет до их создания. Сейчас в стране действует сеть центров, осуществляющих исследования в

приоритетных областях, к которым относятся: биотехнологии, нанотехнологии, материаловедение, астрофизика, математическое моделирование, океанография.

Интеграция лучших представителей диаспоры в ее научный комплекс, сыграла важную роль в инновационном развитии, поскольку носители ценного опыта в области коммерциализации технологий значительно ускорили процесс кооперации университетской науки, частного бизнеса и государственных заказчиков.

* * *

Некоторые из перечисленных форм сотрудничества с представителями научной диаспоры были опробованы и в России.

Привлечением молодых талантливых российских соотечественников для работы в научных и производственных центрах России занимаются Росмолодежь и Международная ассоциация молодежных организаций российских соотечественников, в частности, посредством организации Недель русский вакансий.

Второй год в стране реализуется программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», в рамках которой осуществляется финансирование научных исследований российскими коллективами под руководством приглашенных исследователей.

В 2010 г. стартовал новый масштабный проект государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования, за счет грантов Правительства Российской Федерации.

Эффективность прошлых и будущих программ и мероприятий вызывает острые дискуссии на конференциях, посвященных сотрудничеству с учеными-соотечественниками, которые не реже раза в месяц проводятся в России и за ее пределами в течение последних 2-х лет по инициативе различных структур. Исследователи проблем научной миграции накопили большой материал в результате многочисленных опросов, в которых принимают участие представители российской научной диаспоры, который требует обобщения и комплексного анализа. Существует необходимость объединить усилия многих участников этих процессов в едином направлении.

Существенным продвижением в оформлении фактически уже определившейся в последние годы государственной научно-технической политики в области интеллектуальной миграции и взаимодействия с российской научной диаспорой, на наш взгляд, будет:

1. Принятие концептуальных документов (концепции или доктрины и т. п., а также программы или плана и т. п.), содержащих ясную формулировку смысла и целей взаимодействия с диаспорой, средств и форм этого взаимодействия, прогноза и последовательности действий.

2. Создание блока управления в виде специализированных подразделений, ответственных за государственное регулирование процесса сотрудничества с диаспорой, в системе государственного управления.

3. Формирование системы мер, механизмов организационной, законодательной, финансовой и информационной поддержки реализации концептуального замысла и программных целей политики взаимодействия с диаспорой.

4. Осуществление мониторинга мирового опыта взаимодействия с национальными научными диаспорами, а также состояния дел с интеллектуальной миграцией в России и состоянием взаимодействия с российской научной диаспорой.

5. Постоянная системная корректировка государственной научно-технической политики в части регулирования интеллектуальной миграции и взаимодействия с российской научной диаспорой.

В России на обозримое будущее сохранится сильный государственный сектор в научно-технологической сфере, что создает прямую заинтересованность государства в реализации эффективной государственной научно-технической политики. Кроме того, в России, кроме государства, нет других влиятельных социальных институтов, способных выражать интересы научно-технической сферы. Все это придает особую значимость и ответственность государственной политике в области интеллектуальной миграции и взаимодействия с российской научной диаспорой.

## Литература

1. *Ушкалов И. Г.* «Утечка умов» и социально-экономические проблемы российской науки // Вестник РГНФ. 1996. № 2; *Ушкалов И. Г., Малаха И. А.* Утечка умов: масшабы, причины, последствия. М.: Эврика УРСС, 1999; *Ушкалов И. Г., Малаха И. А.* Межгосударственная миграция научных кадров и проблемы развития научно-технического потенциала России // Науковедение. 1999. № 1; *Ушкалов И. Г., Малаха И. А.* «Утечка умов» как глобальный феномен и его особенности в России // Социологические исследования. 2000. № 3; *Малаха И. А.* К вопросу об «утечке умов» из России во второй половине 1990-х годов // Мир в зеркале международной миграции. Вып. 10. М., 2000.
2. *Семенов Е. В.* Человеческий капитал в российской науке // Наука. Инновации. Образование. Вып. 2. 2007. С. 25–26; *Семенова Н. Н., Чеченкина Т. В.* Мировой опыт решения проблем научно-технической миграции и участия диаспоры в международном сотрудничестве // Наука. Инновации. Образование. Вып. 4. 2008. С. 109–126; *Семенов Е. В.* «Утечка умов» – средневековое понятие // НГ-Наука, 12.11.2008; *Семенов Е. В.* Россия с наукой и без науки. М.: Языки славянской культуры, 2009.
3. *Аллахвердян А. Г., Агамова Н. С.* Научная эмиграция: четвертое поколение // Радикал. 1991. № 38; *Они же.* Ограничение властью профессиональных прав ученых как фактор «утечки умов» // Науко-

ведение. 2001. № 1; *Аллахвердян А. Г., Аллахвердян В. А.* Эмиграционные настроения российских ученых и студентов // Науковедение и новые тенденции в развитии российской науки. М.: Логос, 2005; *Агамова Н. С, Аллахвердян А. Г.* Динамика утечки умов и становления российской научной диаспоры // Наука. Инновации. Образование. М.: Парад, 2006; *Борисов В. В.* Патриоты научной диаспоры // Отечественные записки. М., 2002. № 37(8); *Ваганов А.* «Западный пылесос» для российской науки // Отечественные записки. М., 2002. № 7(8); *Валюков В. В.* Альтернатива миграции // Радикал. 1992. № 14; *Он же.* Утечкой мозгов можно управлять // Радикал. 1992. № 23; *Воронков В. М., Освальд И., Фомин Э. А.* «Утечка умов» в контексте институционального кризиса российской фундаментальной науки // *Они же.* «Утечка умов»: ситуация в военно-промышленном комплексе и науке. СПб.: Центр независимых исследований, 1995; *Грудзинский А. О., Балабанова Е. С., Пекушкина О. А.* Европейский трансфер технологий: кооперация без «утечки мозгов» // Социологические исследования. 2004. № 11; *Дежина И. Г.* Утечка умов из постсоветской России: эволюция явления и его оценок // Науковедение. 2002. № 3; *Она же.* Государственное регулирование науки в России. М.: ИМЭМО РАН, 2007 (Глава 4. Государственная кадровая политика и ее результаты); *Егерев С. В.* Унесенные ветром? // Поиск. 10–16 февраля 1996; *Он же.* Российская научная диаспора // Вестник РАН. 1997. № 1. Т. 67; Мозги утекающие (интервью с профессором С. Егеревым) // Московские новости. 22–29 ноября 1998; *Он же.* Роль российской интеллектуальной диаспоры в развитии России // Россия – XXI век. М.: Издание Совета Федерации, 2000; *Он же.* Диалоги с диаспорой // Отечественные записки. 2002. № 7(8); *Он же.* Новая российская научная диаспора: итоги 15 лет // Актуальные аспекты истории и современности русского зарубежья: параллели и антитезы. М., 2007; *Еремин С. Н.* Международная миграция ученых Новосибирского научного центра // Гуманитарные науки в Сибири. 1998. № 1; *Красинец Е.,Тюрюканова Е.* Интеллектуальная миграция // Экономист. 1999. № 3; *Каменский А. Н.* Утечка умов и национальная безопасность России // Мировое и национальное хозяйство. 2007. № 3; *Клисторин В.* «Утечка умов» из науки (на примере Новосибирского Академгородка) // ЭКО. 1993. № 5; *Кугель С. А., Юревич А. В.* Концептуальные основы государственной политики в сфере миграции научно-технических кадров: цель, принципы, механизмы // Интеллектуальная миграция в России. СПб.: Политехника, 1993; *Кугель С. А., Зусман О. М., Троп Э. А.* Сравнительный анализ структуры групп научного персонала, различающихся по степени миграционной активности // Там же; *Месяц Г. А.* Утечку умов остановить необходимо // *Месяц Г. А.* Спасти науку. М.: Наука, С. 105–108; *Некипелова Е. Ф., Гохберг Л. М., Миндели Л. Э.* Эмиграция ученых: проблемы, реальные оценки. М., 1994; *Никипелова Е. Ф.* Эмиграция и профессиональная деятельность российских ученых за рубежом. М., 1998; *Тихонов В., Долгих У., Леденева Л., Шапошни-*

*ков В.* «Утечка умов»: потенциал, проблемы, перспективы. М., 1993; *Цапенко И. П.* Международная студенческая миграция // Наука. Образование. Вып. 6. 2008; *Цукерман А. М.* Интеграция российских ученых в мировую науку: их адаптация к условиям работы в США (1990-е годы) // ИИЕТ РАН. Годичная научная конференция 1998. М.: ИИЕТ РАН, 1999. С. 259–262; *Юревич А. В., Цапенко И. П.* Нужны ли России ученые? М., 2000.

4. Virginia Physicist Arrested for Illegally Exporting Space Launch Data to China and Offering Bribes to Chinese Officials / U.S. Department of Justice. September 24, 2008 // http://www.justice.gov/opa/pr/2008/September/08-nsd-851.html.
5. *Форафонтова Е.* «Отток мозгов» опаснее оттока капитала // Наша власть – дела и лица. 31.10.2008. С. 27–29.
6. *Прусс И.* Мозги утекают навсегда // Наше время. 2006. № 23.
7. *Агамова Н. С., Аллахвердян А. Г.* Динамика утечки умов и становления российской научной диаспоры // Наука. Инновации. Образование. М.: Парад, 2006.
8. *Егерев С. В.* Новая российская научная диаспора: итоги 15 лет // Актуальные аспекты истории и современности русского зарубежья: параллели и антитезы. М., 2007.
9. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2009.
10. World Economic Outlook Database, April 2010 // http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2010/01/index.htm.
11. Report on International Educational Exchange Open Doors 2008 & 2009 / Institute of International Education.
12. International Patent Filings Dip in 2009 amid Global Economic Downturn // http://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2010/article_0003.html.
13. China issues guidelines on sci-tech development program // http://www.gov.cn/english/2006-02/09/content_184426.htm.
14. The Global Information Technology Report 2009–2010 // World Economic Forum. March 25, 2010.
15. Chinese students studying abroad exceed 1.39 million // People's Daily Online. 26 March 2009 // http://english.people.com.cn/90001/90776/90882/6622888.html
16. Doctorate Recipients from U.S. Universities: Summary Report 2007–08 // NSF, December 2009 // http://www.nsf.gov/statistics/nsf10309/pdf/nsf10309.pdf.
17. *Biao X., Shen W.* International Student Migration and Social Stratification in China // Centre on Migration, Policy and Society. Working Paper № 70. University of Oxford, 2009. P. 7.
18. Brinkerhoff Jennifer M. Diasporas, Mobilization Factors, and Policy Options // Converting Migration Drains into Gains: Harnessing the Resources of Overseas Professionals. Manila: Asian Development Bank. P. 127–153 // http://www.adb.org/Documents/Books/Converting-Migration-Drains-Gains/ChapterV.pdf.
19. *Biao X.* Productive Outflow of Skills // Asian Population Studies, 3: 2. P. 115–133.

20. *William A. Wells.* The Returning Tide. How China, the world's most populous country, is building a competitive research base // The Journal of Cell Biology. Vol. 176. № 4. 2007. P. 377–401.
21. *Wadhwa V.* Why Skilled Immigrants Are Leaving the U.S. // Bloomberg Businessweek. March 2, 2009 // http://www.businessweek.com/technology/content/feb2009/tc20090228_990934.htm.
22. China targets top talent from overseas // Nature. 457, 522 (2009) // http://www.nature.com/news/2009/090128/full/457522a.html.
23. *Anna Lee Saxenian.* Brain Circulation: How High-Skill Immigration Makes Everyone Better Off // The Brookings Review. Winter 2002. Vol. 20. № 1.
24. *Sergio Machado Rezende.* Exciting times for Brazilian science // Nature Materials. Vol. 9 (2010). P. 532–533.
25. *Anna Petherick.* High hopes for Brazilian science // Nature. 465 (2010). P. 674–675.
26. Comparações internacionais // PORTAL DO MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA // http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html.
27. *Ado Jorio, Francisco César de Sá Barreto, José Francisco de Sampaio and Hélio Chacham.* Brazilian science towards a phase transition // Nature Materials. Vol. 9 (2010). P. 528–531.